

# AZ INFORMÁCIÓFELDOLGOZÁS KORAI SZAKASZÁNAK LASSULÁSA IDŐSKORBAN: VISSZAHATÓ MASZKOLÁS ÉS INTEGRÁCIÓ

BODNÁR FLÓRA<sup>1,2,3</sup> – CZIGLER ISTVÁN<sup>1,2</sup> – GAÁL ZSÓFIA ANNA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>MTA TTK Kognitív Idegtudományi és Pszichológiai Intézet

<sup>2</sup>Eötvös Loránd Tudományegyetem, Pszichológiai Intézet

<sup>3</sup>Eötvös Loránd Tudományegyetem Pszichológiai Doktori Iskola

E-mail: bodnarflora@gmail.com

Beérkezett: 2016. szeptember 1. – Elfogadva: 2016. december 20.

*Az időskori érzékszervi változásokról és az információfeldolgozás figyelmi szakaszairól rendelkezésre álló jelentős ismeretek mellett viszonylag ritkábban kutatott terület az észlelés korai műveleteinek vizsgálata. Két kísérletben vizsgáltuk e szakaszokat fiatal (19–26 év) és idős (64–75 év) csoportokban. A visszaható maszkolási kísérletben érzelmeket kifejező sematikus arcokat követett értelmetlen mintázatú maszk. A bemutatást követően kétválasztásos helyzetben kellett dönteni arról, hogy melyik érzelmet mutatta az arc. Az arc-maszk időközét lépcsőzetes módszerrel változtattuk a ~80%-os kritériumig. Idős személyeknél a kritikus időtartam (amíg a maszk hatékony volt), lényegesen hosszabb volt, mint fiataloknál, azaz a fiatalabb csoportban a két inger elkülönült feldolgozásához rövidebb idő kellett. Az integrációs kísérletben három betű jelent meg egymás mellett két részletben úgy, hogy a betűk ebből a két részletből állhattak össze. A résztvevők feladata az volt, hogy döntsék el, a három betű értelmes szót alkotott, vagy sem. A változó a két részlet bemutatása közötti időköz volt, melyet ismét lépcsőzetes módszerrel változtattunk. A két életkori csoport között nem találtunk megbízható különbséget, azaz a töredék első részének reprezentációjának fennállása nem volt hosszabb egyik csoportnál sem. A maszkolási eredmények megfelelnek a más módszerekkel mért adatoknak, a ritkábban alkalmazott integrációs módszer eredményei viszont arra utalnak, hogy a mért életkori változások iránya jelentősen függ az alkalmazott paradigmától.*

Kulcsszavak: visszaható maszkolás, vizuális integráció, pszichofizika, lépcsőmódszer, öregedés

## BEVEZETÉS

Az összetettebb (emlékezeti, figyelmi, gondolkodási) kognitív működések életkori változásait két, egymásnak nem ellentmondó, inkább kiegészítő, vagy egymást magyarázó elmélet kezeli, a mentális lassulás általános vagy területspecifikus elmélete és a gátlási működések időskori csökkenésének elmélete (összefoglalásként lásd Czigler, 2000). Az időskori kognitív változásokhoz azonban jelentősen hozzájárulnak az érzékszerveket érintő változások is. Így a látás területén ismeretes a látásélesség változása (mely ugyan jól kompenzálható), a szem fényátersztő tulajdonságainak romlása, a kontrasztérzékenység csökkenése (általános összefoglalásként lásd Owsley, 2011, a kontrasztérzékenység életkori változásáról Spear, 1993).

Kevesebbet tudunk a közbülső folyamatokról, így az észlelés többé-kevésbé automatikus működéseiről. Jelen tanulmányban célunk két, egymást némileg kiegészítő kísérleti elrendezésben vizsgálni a vizuális információfeldolgozás elemi működésének idői jellemzőit időseknél és fiataloknál. A két kísérleti elrendezés a vizuális maszkolási és a vizuális integrációs paradigma. A vizsgálatok azon a feltételezésen alapulnak, hogy információfeldolgozás idői vonatkozásaiban az időskori változások elemi észlelési folyamatokat is érintenek. E kutatási terület a visszaható maszkolás vizsgálata, mely az 1980-as évek közepéig a vizuális észlelés kutatásának egyik kedvelt területe volt, módszertani szempontból beépült a kísérletezésbe, majd az elmúlt évtizedben elméleti szempontból is újra érdekessé vált.

A vizuális maszkolás visszaható típusánál a célinger-észlelést vizsgálják a célinger megjelenítését követő maszk valamilyen tulajdonságának függvényében (összefoglalásként lásd Coren, Ward és Enns, 2004). Ilyen lehet a maszk világossága, mintázata. Döntő fontosságú változó az a kritikus időköz, ami ahhoz kell, hogy a maszk hatása megszűnjék: a tesztinger kezdete és a maszk megjelenése közötti időtartam, az ingerek közötti időköz (IKI) kritikus értéke. A maszkolásnak van olyan típusa, mely azzal fejt ki hatását, hogy összeolvad a tesztingerrel, és az így létrejött együttesből a tesztinger nem azonosítható (integrációs maszkolás), és olyan típusa, ahol a maszkoló inger megjelenése megakadályozza a tesztinger magasabb szintű feldolgozását (megszakításos maszkolás). Mindkét típus esetében, ha a maszk nem lényegesen világosabb, mint a tesztinger, a maszkolást a mintázata okozza. Ilyenkor a vizuális rendszer olyan agykérgei területeinek működéséhez köthető a maszkolási hatás, melyben már integrálódott a két szemből származó ingerület. Egyszerűen mutatják ezt azoknak a kísérleteknek az eredményei, ahol a tesztingert az egyik, a maszkoló ingert pedig a másik szembe adják (dichoptikus ingerlés), a maszkolás jelensége mégis megjelenik (Turvey, 1973).

A visszaható maszkolás jelenségeinek legtöbbet idézett magyarázata (pl. Breitmeyer és Ganz, 1976) a vizuális feldolgozó rendszer egyik dichotómiájára hivatkozik. Egy inger megjelenése kiváltja a gyorsan működő magnocelluláris rendszer működését csak úgy, mint a lassabban, de hosszabb ideig működő parvocelluláris rendszert. Amikor az inger véget ér, hatása még nem szűnik meg, és e perzisztáló hatás időben egybeesik a maszkoló inger megjelenésének korai (magnocelluláris) hatásával. A két rendszer kölcsönös gátlásából adódóan a maszk korai hatása interferál a tesztinger feldolgozásának lassú folyamataival, így a tesztinger észlelhetősége csökken. Az eredeti teória a gátló hatásokat a feldolgozás korai szintjére helyezi, de mivel a két rendszer a vizuális

feldolgozás számos szintjén megjelenik, az elmélet nem zárja ki a maszkolások jelenségek magasabb szintű támadáspontjait. A jelenségek iránti újabb érdeklődés annak (is) köszönhető, hogy e magyarázattal kapcsolatban több kísérleti eredmény hatására (összefoglalásként lásd Skottun és Skoyles, 2010) kételyek ébredtek. A magyarázatok egy újabb típusa (Enns és Di Lollo, 2000; Patten és mtsai, 2015) a visszaható maszkolást kevésbé mechanikus okra vezeti vissza. E magyarázat abból a ma már nyilvánvaló tényből indul ki, hogy a vizuális rendszert (és nyilván a többi észlelő rendszert is) nem úgy szemléljük, ahol az „információ” egy irányban, alulról felfelé áramlik, hanem olyan körfolyamatok rendszereként, melyben a feldolgozás egymást követő szintjei visszajeleznek (felülről lefelé) a megelőző szintre (visszatérő feldolgozás). A maszkolásnál ennek értelmében a felülről lefelé irányuló hatások ellentétbe kerülnek a megelőző szint tartalmával (felülről a teszt-ingernek megfelelő reprezentáció érkezik, miközben az alacsonyabb szint a maszknak megfelelő együttest reprezentálja). Az össze nem illésből adódó hibajel törli a teszt-inger reprezentációját, és helyettesíti a maszkéval. Természetesen abban az esetben, ha a maszk megjelenése késik (túl van a kritikus időtartamon), nem áll elő az ellentmondás. Minél lassabb a feldolgozás, annál hosszabb ideig áll fenn az össze nem illés állapota, így hosszabb lesz a kritikus időtartam. A lassabban működő feldolgozó rendszer esetében így a kritikus időtartam megnyúlását várhatjuk.

A kritikus időtartam életkori változásait az 1970-es évektől vizsgálják, és az eredmények egybevágók: idős személyeknél ez az időtartam megnő. Az első vizsgálatban Walsh (1976) dichoptikus ingerléssel mutatta ki a kritikus időtartam emelkedését, igazolva a hatás centrális eredetét, és hasonló eredményt kapott monoptikus ingerléssel is (Walsh, Till és Williams, 1978). Hosszabb kritikus időtartamot találtak betűk, trigramok és szavak esetében (Cramer, Kietzman és Laer, 1982; Di Lollo, Arnett és Kruk, 1982), és vernier látásélességi helyzetben (Roinishvili, Chkonia, Stroux, Brand és Herzog, 2011). Di Lollo és munkatársai (1982) a maszkolás életkori változását két helyzetben vizsgálta. Az egyikben betűket vonalszegmensekkel maszkoltak, a másik helyzetben pont-mátrix pároknál kellett eldönteni, hogy a pár melyik tagjánál hiányzott egy pont a mátrix közepén. Lényeges, hogy mindkét elrendezésben a helyzet kizárta a választorzítás esetleges életkori eltéréseit (például azt, hogy idős személyek kétes esetekben kevésbé hajlamosak a tippelésre), így az eltéréseket nem lehetett a korcsoportok eltérő kritériumszintjével magyarázni. A kritikus maszkolási időt a pszichofizika lépcsőzetes módszere alapján jellemezték, a 75%-os teljesítményhez tartozó időtartammal. A pont-mátrix feladat a legidősebb (71–83 év) csoportnak túl nehéz volt, 19–31 évtől 58–70 évig pedig fokozatosan nőtt a kritikus időtartam (tehát a fiatalokhoz képest hosszabb időre volt szükség ahhoz, hogy a maszk hatása megszűnjön). A betűmaszkolási feladatban a kritikus intervallum szintén nőtt. Atchley és Hoffman (2004) kísérletsorozatának kiindulását az jelentette, hogy fiatal személyeknél a maszkolás tárgyhelyettesítési formája figyelemfüggő (Enns és Di Lollo, 1997). Egy objektum azonosítását akkor zavarta meg egy maszk, mely az objektum melletti területeken megjelenő egyéb objektumokból állt, ha a célinger és a maszk nem a várt és nem fixált területen jelent meg, azaz „szétszórt” figyelem mellett. Feltételezve, hogy a koncentrált figyelem hatása az lehet, hogy jobb minőségű vizuális reprezentációt biztosít ahhoz képest, mint amikor a figyelem nagyobb területre terjed ki, Atchley és Hoffman (2004)

az egyik kísérletben csökkentette az ingerek észlelhetőségét: az ingereket alacsonyabb kontraszt mellett mutatták be. Összességében, időseknél a várt és fixált helyen is jelentkezett a maszkolós hatás, fiataloknál magas kontraszt mellett viszont csak bizonytalan téri ingeradáskor. Alacsony kontraszt a fiataloknál is maszkolási hatással járt, téri bizonytalanság nélkül is. Az eredmények így arra utalnak, hogy a reprezentáció minőségének jelentős hatása van az életkori eltérésekre (ez időseknél rosszabb), a figyelmi hatások pedig jelentősen közrejátszanak e minőségben.

A maszkolós kísérletek eredménye tehát meglehetősen egyértelmű, idős személyek érzékenyebbek a maszkolási hatásokra, és a maszk hatásának eltűnéséhez időseknél hosszabb idő kell. Az adatok megfelelnek egy olyan feltételezésnek, mely szerint a tesztínger feldolgozása idős személyeknél hosszabb időt vesz igénybe, és lehetséges, hogy a reprezentáció rosszabb minősége hozzájárul ehhez a hatáshoz.

A maszkolás módszerének tükrképét jelenthetik azok a kísérletek, melyekben vizuális ingerek feldolgozásának idői jellemzőit úgy mérték, hogy megnézték, mennyi az a kritikus időtartam, míg két egymást követő inger tartalma összeolvad (integrációs idő), illetve milyen időtartamok mellett észlelhető, hogy két egymást követő inger között szünet van (hiánydetekció). Az integrációs idő vizsgálatának módszerét Eriksen és Collins (1967) alakította ki. Pontokból állítottak elő betűsorokat, majd a pont-együttest úgy osztották két részre, hogy külön-külön értelmetlen pontthalmazt alkottak, a két együttest egymásra fektetve viszont kirajzolódtak a betűk. Egymás után bemutatva a pontegyütteseket nagyon rövid időköz esetében a betűsor kiolvasható, egy kritikus időtartam elteltével viszont már nem. A kritikus időtartam az integrációs idő. Kline és Baffa (1976) e módszert alkalmazva a fiatalok előnyét találták, azaz náluk az integrációs idő hosszabbnak bizonyult. Módszerükkel viszont maguk a szerzők sem voltak megelégedve, mivel maga az a tény, hogy pontokból kell betűket összeállítani, idős személyeknél nehezebb lehetett (nehezebben állt össze pontokból a forma, a Gestalt). A terület ismertebb kísérletében (Kline és Orme-Rogers, 1978) ezért a betűket vonalakkból állították elő, és a pároknál a vonalegyüttesekből kialakított szavak olvasását vizsgálták. 12 három betűs szót használtak, és megnézték, milyen arányban olvasták el helyesen a szavakat a szótöredékek közötti idő függvényében. Az eredmények az idős (59–79 év) csoport fölényét mutatták: úgy 60 mint 120 ms intervallum esetében teljesítményük felülmúlta a fiatalokét. A rövidebb ingerbemutatósi idő (20 vs. 40 ms) mindkét csoport esetében jobb teljesítményt eredményezett (az ingerkezdeti aszinkroniával jellemezve ilyenkor rövidebb a töredékek közötti időtartam). Az integrációs időt Di Lollo és munkatársai (1982) más módszerrel vizsgálták. Egymás után mutatták be egy pontmátrix pontjait, változóként alkalmazva a pontok megjelenése közötti időt. A feladat annak eldöntése volt, hogy két mátrix közül melyik volt az, melyben egy hely kitöltetlen maradt. A feladatban az 58–70 éves csoport felülmúlta a fiatalabbakat, azaz a pontok megjelenése közötti olyan időköz esetén is kiválasztották a hiányos mátrix észlelését, amikor a fiataloknál már nem. Szemben a fenti integrációs kísérletekkel, amikor a hosszabb integrációs idő vezet jobb teljesítményhez, a két inger közötti esetleges szünet („gap”) detekcióban a jobb idői felbontás jár fölényvel. Di Lollo és munkatársai (1982) vizsgálatában két O jelent meg egymás után, a kritikus érték pedig az időköz volt, amikor a hiányt észlelték (meg tudták mondani, hogy melyik volt a dupla ingeres bemutatás, és melyik a folyamatos). E feladatban 70 éves korig a kritikus időtartam nem változott.

Szemben a maszkolósos eredményekkel, az integrációs idő vizsgálatainál az eredmények kevésbé egyértelműek. Ezt a kísérleti típust, melyben az idős emberek felülmúlhatják a fiatalokat – ellentétben számtalan olyan kísérlettel, amikor az idős személyek teljesítménye rosszabb, mint a fiataloké – tudásunk szerint az utóbbi 30 évben nem vizsgálták. Vizsgálatunk célja az volt, hogy a Kline és Orme-Rogers (1978) által kialakított ingerbemutatói eljárást összekössük a lépcsős pszichofizikai módszerekkel (hasonlóan, mint Di Lollo és mtsai, 1982). Maszkolósos kísérletünkben pedig megvizsgáltuk, hogy megmutatkozik-e fiataloknál a rövidebb kritikus intervallum (jobb idői felbontás) olyan kísérleti helyzetben, ahol a maszk nem alfabetikus karakterek észlelését blokkolhatta, hanem sematikus arcokét.

## MÓDSZEREK

### *Résztvevők*

A kísérletben 12 fiatal (19–26 év) és 14 idős (64–75 év) jobb kezű nő vett részt. Technikai okok miatt 2, illetve 4 főt zártunk ki a végső elemzésből, így abba 10 fiatal ( $21,7 \pm 2,1$  év) és 10 idős ( $69,5 \pm 3,6$  év) személy adatai szerepelnek. A Wechsler Felnőtt Intelligenciateszt – Negyedik kiadás (WAIS-IV, Wechsler, 2008) magyar változatát vetjük fel, hogy kiszűrjük az esetleges demenciát. Az eredmények szerint ez nem merült fel, ráadásul az idősök IQ-ja magasabb volt a fiatalokénál ( $117,3 \pm 14,7$  vs.  $103,8 \pm 14,0$ ,  $t[18] = -2,104$ ;  $p = 0,050$ ). A résztvevők egészségesek voltak, saját bevallásuk szerint neurológiai, pszichiátriai betegségben nem szenvedtek. A vizsgálatban önként, anyagi ellenszolgáltatásért cserében vettek részt. A kísérlet az Egyesített Pszichológiai Kutatási Etikai Bizottság engedélyével zajlott.

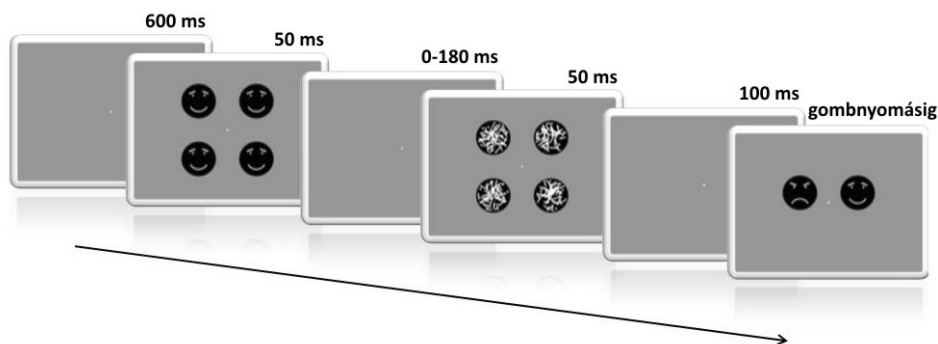
### *Kísérleti helyzet*

Minden kísérleti személy összesen  $2 \times 2$  blokkot teljesített, először a maszkolási feladatot kétszer egymás után, majd az integrációs feladatot két blokkban. A blokkok között a személyek szünetet tarthattak.

### *Maszkolási feladat*

#### *Ingerek*

A maszkolási feladat célingerei szürke ( $20,4 \text{ cd/m}^2$ ) háttér előtt jelentek meg, fekete alapon ( $0,1 \text{ cd/m}^2$ ) fehérrel ( $90,1 \text{ cd/m}^2$ ) kirajzolt sematikus mérges és vidám arcokat mutattunk ( $2,21^\circ$   $150 \text{ cm}$  távolságra a monitortól). A maszkolási ingerek azonos helyen jelentek meg, ezek a célingerekkel azonos nagyságú és azonos elemeket tartalmazó körök voltak. Egy maszk 20 szakaszt, 20 pontot, és 20 körívet tartalmazott, amelyek random pozícióban jelentek meg a körön belül. Mind a célingerből, mind a maszkok-



1. ábra. A maszkolási kísérlet ingerei. A 600 ms-os fixációs szakaszt 50 ms-ig a célinger követi. Ezt követően a válasz pontosságának függvényében változó ingerek közötti időközzel (0–180 ms) a maszk kerül bemutatásra 50 ms-ig, majd egy 100 ms-os szakasz után a személyeknek gombnyomással kell jelezniük, melyik bemutatott arcot látták

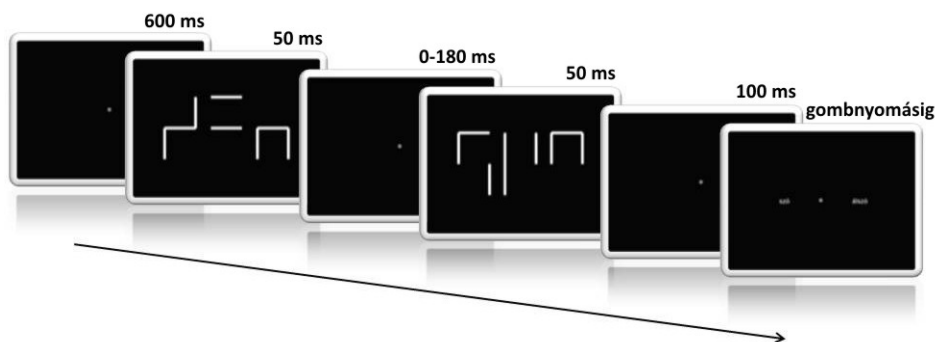
ból egy próba során négy azonos jelent meg a képernyőn, amelyek a fixációs ponttól azonos távolságban ( $1,6^\circ$ ) jelentek meg, négyzetet alkotva a fixációs pont körül (lásd 1. ábra). A fixációs pont szintén fehér színű volt, a képernyő közepén volt látható a próbák teljes hosszában, csak a próbák közötti intervallumban tűnt el a képernyőről.

#### A próba menete

A vidám vagy mérges arcok 50 ms-ra jelentek meg (600 ms-os előkészületi szakasz után, amikor csak a fixációs pont volt a képernyőn). Ezt követően ismét a fixációs pont látszott, az arc és a maszk közötti idő (IKI) teljesítménytől függően lépcsőzetesen változott a kísérlet során (minimum 0 ms, maximum 180 ms). A maszkok szintén 50 ms-ig voltak láthatóak, majd 100 ms szünet után megjelentek a képernyőn egymás mellett a célingerek, amelyek közül a kísérleti személy a billentyűzet segítségével, a jobb és bal nyilak megnyomásával kiválaszthatta, melyiket látta az adott próbában felvillanni. A választás kötelező volt, így csak a válasz után következett az újabb próba, amit a választási opciók, és a fixációs pont eltűnése jelzett. A próbák között 400 ms telt el. A kétféle inger a teljes kísérlet során random sorrendben, egyenlő gyakorisággal jelent meg. A választási opciók megjelenítésekor a válaszok sorrendje kiegyenlített volt kísérleti személyek között.

#### Próbasorozatok

A fentebb leírt próbából 160 tett ki egy sorozatot, amelyet a résztvevő nagyjából 10 perc alatt, a saját tempójában, megszakítás nélkül végzett el. A küszöb meghatározásához a lépcsőzetes módszert alkalmaztuk, a maszk és a célinger közötti időt (IKI) a korábbi próbák alatt nyújtott teljesítmény határozta meg. A próbák két különböző lépcsőhöz voltak besorolhatók, az egyik lépcső esetében a kezdeti IKI a maximális érték volt (180



2. ábra. Az integrációs kísérlet ingerei. A fixációs szakasz után az első ingerfél kerül bemutatásra (50 ms), majd ezt változó időközrel (0–180 ms IKI) a második ingerfél követi (50 ms). Egy 100 ms-os szakasz után a résztvevőnek ki kell választania, hogy amit látott, az egy szó vagy pedig álszó volt-e

ms), így ez a legkönnyebb próbától haladt a nehéz felé, míg a másik lépcső első próbája a minimális IKI-vel kezdett (0 ms), tehát a legnehezebbtől haladt a könnyebb felé. A két lépcső közül random választott a program, így a kísérlet során a módszer kevésbé volt követhető a kísérleti személy számára. A lépcsőzetes módszernek azt a típusát alkalmaztuk, amely arra a nehézségi fokra áll be minden személynél, amely 80%-os teljesítményhez vezet. Ehhez a teljesítményhez olyan algoritmust alkalmaztunk, amely három helyes válasz után nehezíti a feladatot (ebben az esetben csökkenti az időt a maszk és a célinger között), egy rossz válasz után pedig könnyíti azt (tehát növeli az időt a maszk és a célinger között) (Lewitt, 1970). A változás mértéke lépcsőnként az első fordulásig 40 ms, a második fordulásig 20 ms volt, a későbbiekben pedig 10 ms-ra csökkent a pontosság érdekében.

### *Integrációs feladat*

#### *Ingerek*

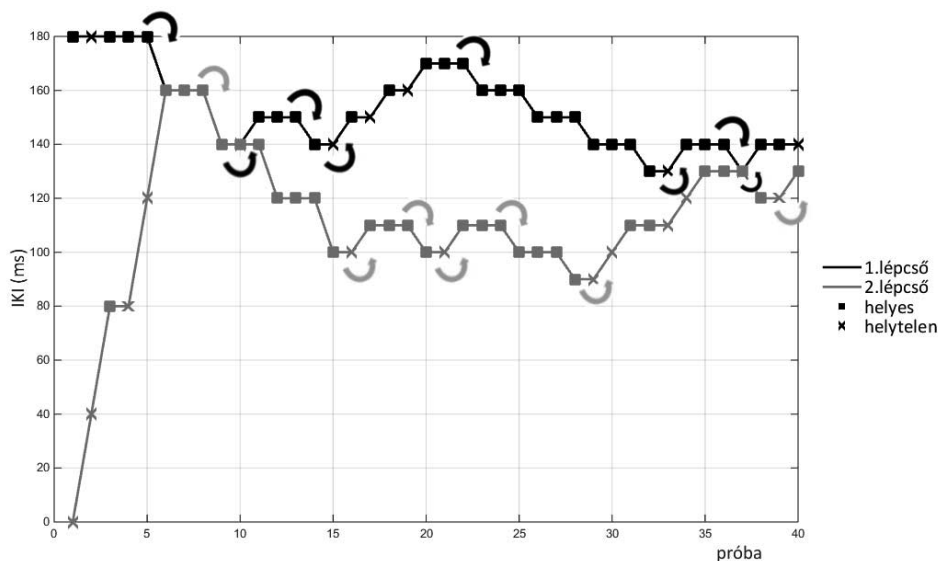
Az integrációs feladat célingerei fekete alapon (0,1 cd/m<sup>2</sup>) fehér (90,1 cd/m<sup>2</sup>) vízszintes és függőleges vonalakból álló, 3 betűs szavak (APA, TEA, EST, FUT, FEL, SAS, LAP, HOL, HAT, LES, FOG, TAG) és álszavak (OTA, EFO, SUH, AOF, PEL, HUA, LAS, EHU, TUP, POF, AFE, HOS) voltak. A három karakter a képernyő közepén helyezkedett el, egy karakter nagysága 0,9 ° (szélesség) × 1,9° (hosszúság) volt. A próbák során minden ingert (szó és álszó) két részre bontva mutattunk be egymás után (lásd 2. ábra), a két rész integráció esetén képezett egy szót vagy álszót. A próbák alatt piros kör jelezte a monitor középpontját, amely a próbák közötti időre eltűnt. A szavak és álszavak egyenlő gyakorisággal, random sorrendben jelentek meg a kísérlet során.

### A próba menete

Minden próba egy rövid előkészületi szakasszal kezdődött, amikor csak a fixációs pont volt jelen a képernyőn (600 ms). Az inger első fele és a második fele is 50 ms-ig volt bemutatva. A két ingerfél között eltelt idő teljesítménytől függően változott a kísérlet során a 0–180 ms tartományon belül. Az ingerfelek bemutatását követő rövid szünet után (100 ms) a „szó”, illetve „álszó” választási opciók közül kellett kiválasztania a résztvevőknek, hogy a látott inger melyik kategóriába tartozott. A választást a bal, illetve a jobb oldali nyilak segítségével jelezték, idői keret nélkül. A kísérlet csak a gombnyomás után haladt tovább a következő próbára. Ekkor a fixációs pont eltűnt, és 400 ms-os próbák közötti szünet után (ITI) megjelent a következő próba. A szavak és az álszavak 0,5 valószínűséggel szerepeltek a teljes kísérletben, ezen belül az egyes ingerek eloszlása is kiegyenlített volt. A választási opciók megjelenítésekor a válaszok sorrendje kiegyenlített volt kísérleti személyek között.

### Próbaserozatok

Az integrációs blokk a maszkolási blokkhoz hasonlóan 160 próbából állt, amelyet szünet nélkül, nagyjából 10 perc alatt teljesített a kísérleti személy. Az integrációs küszöb meghatározásához a maszkolási küszöbhez hasonló lépcsőzetes módszert használtunk, ahol a két ingerfél közötti időt a korábbi próbákra adott válasz határozta meg. A lépcsőzetes módszer részleteiben megegyezett a maszkolási lépcsővel, pusztán a lépés irá-



3. ábra. A küszöbszámítás menete. A küszöböt a fordulási pontokhoz tartozó ingerek közötti időközök átlagaként számoltuk. Fordulási pontról akkor beszélünk, ha helyes válaszok után egy rossz érkezett, vagy ha egy rontást három helyes válasz követett. Ezeket a pontokat nyilakkal jelöltük az ábrán



nya változott meg: az integrációs blokkban három helyes válasz után növelte az időt a két ingerfél között, így nehezítve a feladatot, a rontás pedig a két ingerfél közötti idő csökkenését eredményezte. A változás mértéke lépcsőnként az első fordulásig 20 ms, a későbbiekben pedig 10 ms volt.

### A küszöb kiszámítása

A küszöb kiszámításához minden sorozat esetében a lépcsőzetes próbák azon értékeit vettük figyelembe, amelyeknél a lépcső megfordult (lásd 3. ábra). Fordulás akkor történt, ha helyes válaszok sorozatát egy rossz válasz követte (itt ugyanis a jó válaszok miatt folyamatosan nehezedett a feladat, majd a helytelen válasz miatt irányt vált a lépcső, és könnyebbé válik), illetve ha a rontás után három helyes válasz érkezett (az első két jó válasz alatt a nehézség még stagnál, a harmadik jó válasz után lesz nehezebb). Ezen fordulási pontoknál leolvastuk, milyen IKI tartozik hozzájuk, és ezeket átlagoltuk a küszöbértékek kiszámításához (Treutwein, 1995).

## EREDMÉNYEK

A küszöbértékek a Matlab szoftverben írt scripttel kerültek kiszámolásra a Módszerek-nél leírt elvek alapján.

A statisztikai elemzéseket a Statistica 12 szoftverrel végeztük. Az elemzés során a feladatban mért küszöbértékeket hasonlítottuk össze két szempontos ANOVA-val, *Élethor* (idős, fiatal) és *Blokk* (1., 2.) faktorokkal.

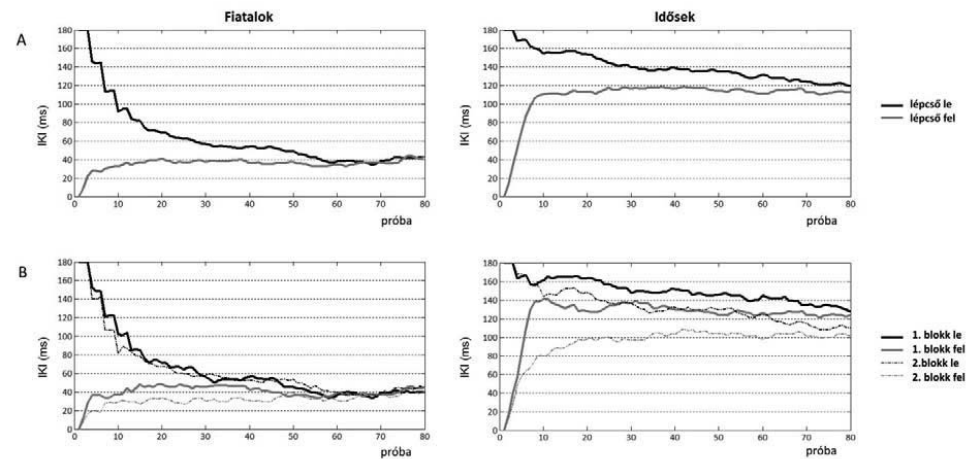
### Maszkolási feladat

Az elemzés során először a résztvevők teljesítményét vizsgáltuk, hogy elérték-e a 160 próba alatt azt a 80%-os teljesítményszintet, ami alapján küszöböt számolhatunk. Abban az esetben, ha mind a 20 személy szerepel az elemzésben, a fiatalok teljesítménye jobb volt az idős csoporthoz képest ( $F[1,18] = 8,51$ ,  $p = 0,009$ ,  $\eta_p^2 = 0,32$ ). Ennek oka, hogy az idősek között volt 3 személy, akinél nem állt be a lépcső, ők véletlenszerűen válaszoltak. Ha az ő adataikat kivesszük, a csoportok közötti eltérés nem szignifikáns ( $F[1,15] = 3,95$ ,  $p = 0,065$ ,  $\eta_p^2 = 0,21$ ). A továbbiakban az elemzéseket 20 és 17 fővel is elvégeztük: az eredeti csoporttal, illetve a 3 rosszul teljesítő idős adatának kizárásával.

Az 1. táblázat a két korcsoport eredményeit mutatja az 1. és 2. blokkban.

1. táblázat. A maszkolási kísérletben mért küszöbértékek (ms) a fiatal csoportban és az idősek-nél 10, illetve 7 résztvevővel számolva (zárójelben a sztenderd hibaértékek)

Blokk	Fiatal	Idős (10)	Idős (7)
1.	45,7 (7,7)	134,1 (14,7)	120,0 (18,7)
2.	43,2 (8,5)	112,1 (15,5)	94,6 (17,0)



4. ábra. A maszkolási feladatban regisztrált lépcsőmódszer eredménye a fiatal és az idős csoportban (10-10 személy átlaga). Az A panel az összes próba átlagából képzett görbét mutatja, míg a B panelben a két blokk külön látható

A maszkolási feladatban a fiatalok rövidebb IKI-nél ismerték fel a célingert, mint az idősek. Az *Életkor* főhatásra  $F[1,18] = 25,05, p < 0,001, \eta_p^2 = 0,58$ . A *Blokk* főhatás ( $F[1,18] = 3,17, p = 0,092, \eta_p^2 = 0,15$ ), és az interakció ( $F[1,18] = 1,99, p = 0,175, \eta_p^2 = 0,10$ ) nem volt szignifikáns. Amennyiben kizárjuk a 3 véletlenszerűen válaszoló személyt (javítva ezzel az idős csoport átlagát), az eredmény továbbra sem változik. Az időseknek továbbra is hosszabb IKI kell az inger felismeréséhez (*Életkor* főhatás:  $F[1,15] = 15,36, p = 0,001, \eta_p^2 = 0,51$ ), míg *Blokk* főhatás ( $F[1,15] = 3,57, p = 0,078, \eta_p^2 = 0,19$ ), illetve *Blokk x Életkor* interakció ( $F[1,15] = 2,40, p = 0,142, \eta_p^2 = 0,14$ ) nem található. A lépcsőzetes módszer alapján számított átlagolt görbéket a 4. ábra mutatja.

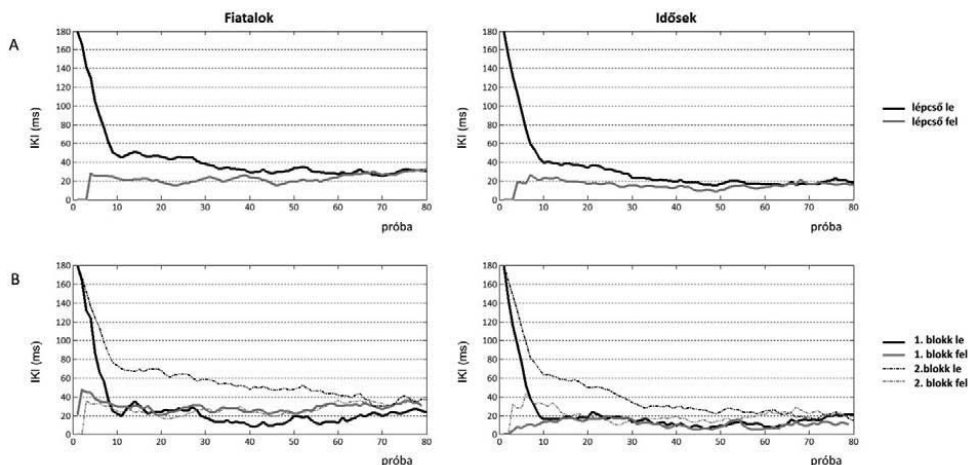
Integrációs feladat

Az integrációs feladatnál is összehasonlítottuk a csoportok teljesítményét. Szignifikáns különbséget nem találtunk köztük ( $F[1,18] = 3,82, p = 0,066, \eta_p^2 = 0,18$ ). Mivel ebben az esetben is volt egy idős személy, aki véletlenszerűen válaszolt, az adatokat az ő kizárásával is kiszámoltuk ( $F[1,17] = 2,53, p = 0,13, \eta_p^2 = 0,13$ ).

A 2. táblázat a két csoport eredményeit mutatja az 1. és 2. blokkban.

2. táblázat. Az integrációs kísérletben mért küszöbértékek ms-ban a fiatal csoportban és az időseknél 10, illetve 9 résztvevővel számolva (zárójelben a sztenderd hiba értékek)

Blokk	Fiatal	Idős (10)	Idős (9)
1.	20,9 (2,3)	14,6 (1,6)	15,3 (1,7)
2.	41,8 (5,9)	30,9 (5,8)	33,1 (6,0)



5. ábra. Az integrációs feladatban mért lépcső a két korcsoportban (10-10 személy) átlagolva az összes próbára (A), illetve blokkonként (B)

A lépcsőzetes módszer alapján számított átlagolt görbéket az 5. ábra mutatja.

Bár a 2. táblázat a fiataloknál hosszabb integrációs időre utalhat, sem az *Életkor* főhatás ( $F[1,18] = 3,64$ ,  $p = 0,072$ ,  $\eta_p^2 = 0,17$ ), sem az interakció ( $F[1,18] = 0,29$ ,  $p = 0,599$ ,  $\eta_p^2 = 0,02$ ) nem volt szignifikáns. Szignifikáns volt viszont a *Blokk* főhatás ( $F[1,18] = 18,72$ ,  $p < 0,001$ ,  $\eta_p^2 = 0,51$ ). A 2. blokkban tehát az integrációs idő hosszabb volt. Amennyiben kizárjuk azt az idős személyt, aki nem tudta megoldani a feladatot, az eredmények változatlanok (*Életkor* főhatás:  $F[1,17] = 2,52$ ,  $p = 0,13$ ,  $\eta_p^2 = 0,131$ ; *Életkor*  $\times$  *Blokk* interakció:  $F[1,17] = 0,13$ ,  $p = 0,726$ ,  $\eta_p^2 = 0,01$ ), csak a *Blokk* főhatás szignifikáns ( $F[1,17] = 18,55$ ,  $p = 0,001$ ,  $\eta_p^2 = 0,52$ ).

Pearson-korrelációt számoltunk a két kísérlet eredményei között az összes résztvevő figyelembevételével, de az  $r = -0,23$  érték nem mutatkozott szignifikánsnak.

## MEGBESZÉLÉS

A kísérletek eredményei szerint az idős csoportban a fiatalokhoz képest lényegesen hosszabb lett az az időtartam, mely alatt a célingert követő maszk megakadályozta a helyes azonosítást. Az integrációs időben, azaz abban a leghosszabb időtartamban, mely alatt két egymást követő részletből a személyek azonosítani tudták az egész ábrát, nem mutatkozott megbízható életkori különbség.

A maszkolási kísérlet eredményei egybevágóak számos, eltérő módszerrel végzett vizsgálat tapasztalataival, így betűhármások (Cramer és mtsai, 1982), szavak és pontmátrixok (Di Lollo és mtsai, 1982), illeszkedő vonalak (Roinishvili és mtsai, 2011) esetében, továbbá objektumhelyettesítés maszkolásánál (Atchley és Hoffman, 2004). Az életkori különbségek megjelentek dichoptikus maszkolásos helyzetben (a tesztinger az egyik, a maszk a másik szembe érkezett), így a hatást nem lehet érzékszervi hatásnak

tulajdonítani. Jelen kísérletben a maszkolások eredmények tehát nem meglepőek, és azt igazolják, hogy idős személyeknél hosszabb időre van szükség a célinger azonosítására. A kétválasztásos eljárás miatt az eredményeket nem lehet választótorzítási hajlammal magyarázni, azaz az idős személyeknél esetleges óvatosabb döntési stratégiával.

Az integrációs hatások a maszkolásnál lényegesen törékenyebbek mutatkoznak. Kline és Baffa (1976) az integrációs módszer Eriksen és Collins (1967) által kialakított ingerléses eljárását alkalmazva, azaz pontokból összeálló betűk esetén nem talált hosszabb integrációs időt idős személyeknél, vonalszegmensekből összeálló betűk esetében viszont megjelent az életkori eltérés (Kline és Orme-Rogers, 1978). Di Lollo és munkatársai (1982) egy mátrix két részletben való bemutatása esetében kaptak rosszabb teljesítményt (rövidebb „leghosszabb” integrációs időt) fiataloknál. Az eredményekből úgy tűnik, hogy az integrációs idő életkori változásai meglehetősen ingefüggőek, és ott mutatkozhat meg az idősök előnye, ahol könnyen áll össze a két részlet egésszé. Ilyennek lehet tekinteni a Di Lollo és munkatársai (1982) módszerét is, ahol a lényeges tényező a megszakítottság szemben kitöltöttség volt.

Felvethető, hogy a maszkolások és az integrációs eljárásunk az információfeldolgozás más szakaszaihoz kötődik. A két adatsor közötti korreláció hiánya ezt ugyan nem bizonyítja, de indokolja e kérdés célzott vizsgálatát.

Kérdés, hogy mi az általánosabb tanulsága az eredményeknek. A maszkolási kísérletekben időséknél mért hosszabb kritikus időtartamnak közvetlen kapcsolata kevés van a mindennapos észleléshez, bár némely videoklipben röviden bemutatott képek gyorsan válthatják egymást. Más példát nem lenne könnyű találni arra, hogy rövid látványok úgy váltják egymást, hogy köztük ne legyenek szabályosak az átmenetek (például közeledő vagy távolodó objektumok), így a változások „előre láthatók”. Egy másik eset a szemmozgásoké, ahol külön (bár vitatott) mechanizmus biztosítja a maszkolási hatás kiiktatását (szakkádikus szuppresszió). A látás ebben a vonatkozásban (is) lényeges különbözik a hallástól, ahol a maszkolások esetek természetesebben fordulnak elő (pl. Helfer és Freyman, 2008). Az ilyen vizsgálatok jelentőségét másutt kell keresni. Az információfeldolgozás életkori lassulásának nyilvánvalóan alapvető neuronális folyamatokban (is) kereshetők. Minél több területen jelentkezik a lassulási folyamat, annál biztosabban lehet azonosítani a közös mechanizmusokat, és így annál nagyobb lehet az esély, hogy kompenzációs lehetőségeket találjunk.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerzők köszönetet mondanak Várkonyi Emesének asszisztensi munkájáért. A kutatás az OTKA K 115457 pályázat és a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj támogatásával készült.

## IRODALOM

- Atchley, P., & Hoffman, L. (2004). Aging and visual masking: Sensory and attentional factors. *Psychology and Aging*, 19, 57–67.
- Breitmeyer, B. G., & Ganz, L. (1976). Implications of sustained and transient channels for theories of visual pattern masking, saccadic suppression, and information processing. *Psychological Review*, 83(1), 1–36.
- Coren, S., Ward, L. M., & Enns, J. T. (2004). *Sensation and Perception*. John Wiley and Sons, New York, 341–343.
- Cramer, G., Kietzman, M. L., & van Laer, J. (1982). Dichoptic backward masking of letters, word and trigrams in old and young subjects. *Experimental Aging Research*, 8(2), 103–108.
- Czigler, I. (2000). Megismerési folyamatok változása felnőttkorban. In Czigler István (szerk.), *Túl a fiatalságon* (pp. 11–130). Budapest: Akadémiai Kiadó.
- Di Lollo, V., Arnett, J. L., & Kruk, R. V. (1982). Age-related changes in rate of visual information processing. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 8, 225–237.
- Enns, J. T., & Di Lollo, V. (2000). What's new in visual masking? *Trends in Cognitive Neuroscience*, 4, 345–352.
- Enns, J. T., & Di Lollo, V. (1997). Object substitution: A new form of masking in unattended visual locations. *Psychological Science*, 8, 135–139.
- Eriksen, C. W., & Collins, J. F. (1967). Some temporal characteristics of visual pattern perception. *Journal of Experimental Psychology*, 74, 476–484.
- Helfer, K. S., & Freymanman, R. L. (2008). Aging and speech-on-speech masking. *Ear and Hearing*, 29, 87–98.
- Kline, D. W., & Baffa, G. (1976). Differences in the sequential integration of form as a function of age and inter-stimulus interval. *Experimental Aging Research*, 2, 233–343.
- Kline, D. W., & Orme-Rogers, C. (1978). Examination of stimulus persistence as the basis for superior visual identification performance among older adults. *Journal of Gerontology*, 33, 76–81.
- Owsley, C. (2011). Aging and vision. *Vision research*, 51, 1610–1622.
- Patten, J. W., Lagroix, H. E. P., Dixon, P., Di Lollo, V., Sager, B., Jannati, A., Yanko, M. R., & Spalek, T. M. (2015). Escape From Temporal-Integration masking: The Roles of visible persistence and input filtering. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 41, 431–440.
- Roinishvili, M., Chkonia, E., Stroux, A., Brand, A., & Herzog, M. H. (2011). Combining Vernier acuity and visual backward masking as a sensitive test for visual temporal deficit in aging research. *Vision Research*, 51, 417–423.
- Skottun, B. C., & Skoyles, J. R. (2010). Backward masking as a Test of Magnocellular Sensitivity. *Neuro-Ophthalmology*, 34, 342–346.
- Spear, P. D. (1993). Minireview: Neural bases of visual deficits during aging. *Vision Research*, 33, 2589–2609.
- Turvey, M. T. (1973). On peripheral and central processes in vision: inferences from an information-processing analysis of masking with patterned stimuli. *Psychological Review*, 81, 1–52.
- Treutwein, B. (1995). Minireview: Adaptive psychophysical procedures. *Vision Research*, 35, 2503–2522.

- Walsh, D. A. (1976). Age differences in central perceptual processing: A dichoptic backward masking investigation. *Journal of Gerontology*, 31, 178–185.
- Walsh, D. A., Till, R. C., & Williams, M. V. (1978). Age differences in peripheral perceptual processing: A monoptic backward masking investigation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 4, 232–243.
- Wechsler, D. (2008). *Wechsler Adult Intelligence Scale – Fourth Edition*. San Antonio, TX: Pearson.

## AGE-RELATED SLOWING OF EARLY VISUAL INFORMATION PROCESSING: BACKWARD MASKING AND INTEGRATION

BODNÁR, FLÓRA – CZIGLER, ISTVÁN – GAÁL, ZSÓFIA ANNA

*In comparison to the large body of research on age-related changes of the sense organs and age-related changes of attention-related information processing, investigation of earlier stages of information processing is relatively infrequent. We investigated this process in two experiments in young (19-26 years) and older (64-75 years) adults. In the backward masking study the test stimuli were schematic faces with emotional expression. The faces were followed by pattern mask, and in a two-alternative forced choice situation participants decided which one was presented from a pair of faces. The test-mask interval was varied by using a staircase method with ~80 percent asymptotic performance. The critical duration of test-mask interval was shorter in the younger participants, showing that separate processing of the two stimuli (temporal acuity) required shorter duration. In the integration study two fragments were presented successively. If the fragments integrated, three letters were accessible. Inter-stimulus interval between the two parts was varied by staircase method. The task was to decide whether the three letters constituted a legal word or not. The critical duration did not significantly differ between the two age groups, i.e., persistence of the first fragment was similar. Results of the masking experiment were similar to other studies with different methodology, whereas the results of the integration experiment show that age-related effects on persistence duration are paradigm dependent.*

**Keywords:** *backward masking, visual integration, psychophysics, staircase method, aging*